

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

10/527268
Rec'd PCT/PTO 09 MAR 2005
PCT/SE 03/01455 #2

REC'D 02 OCT 2003

WIPO

PCT

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Plasma Surgical Svenska AB, Göteborg SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0202752-2
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-09-17
Date of filing

Stockholm, 2003-09-23

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Sonia André
Sonia André

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN**

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

AWAPATENT AB

Kontor/Handläggare
Göteborg/Martin Kraenzmer
Maria Holm

Plasma Surgical Svenska AB

Ansökningsnr

Vår referens

SE-2026072

1

PLASMASPRUTNINGSANORDNING

Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser en plasmasprutningsanordning för att spruta material i pulverform, innefattande elektroder vilka bildar en plasmakanal med en inloppsände och en utloppsände, och ett organ för tillförsel av nämnda material i pulverform till nämnda plasmakanal. Uppfinningen avser även en metod för plasmasprutning. Slutligen avser uppfinningen även användning av en plasmasprutningsanordning för destruktion av pulverformigt material.

Teknisk bakgrund

Plasmasprutningsanordningar eller plasmatroner används för att vid låg effekt termiskt spruta pulvriserade material, till exempel för ytbeläggning av olika slag. Sådana anordningar innefattar generellt en katod, en anod och en plasmakanal bildad däremellan. Vid användning av anordningen alstras en ljusbåge i plasmakanalen, mellan anoden och katoden, varvid gas förs in i plasmakanalen för bildande av ett plasma. Plasmastrålen strömmar därmed genom plasmakanalen från en inloppsände vid katoden till en utloppsände vid anoden. Samtidigt tillförs pulvermaterial plasmastrålen för sprutning av det samma.

För tillförsel av pulvret används i dag endera av två alternativ.

Enligt det första alternativet införs pulvret i plasmakanalens utloppsområde, vid anoden. En fördel med detta alternativ är att plasmaflödet då pulvret tillförs är färdigt och har vissa bestämda egenskaper (temperatur, hastighet, snittyta, energi, etc.). Dessa egenskaper styrs bland annat av plasmakanalens geometri, den plasmaalstrande gas som används och den tillförda energin. En

ytterligare fördel med tillförsel av pulver vid anoden är att plasmaflödets uppvärmning inte kommer att påverkas av pulvermaterialets egenskaper.

Vanligast vid den här varianten av pulvertillförsel
5 är att tillföra pulvret vinkelrätt plasmaflödet. Pulverpartiklarnas bana ut från anodområdet, mot den yta som skall beläggas, kommer då till stor del att vara beroende av partiklarnas storlek och vikt. De tyngre och större partiklarna går direkt in i plasmastrålens högtemperaturzon medan de lättare når plasmastrålens centrum först i
10 relativt kalla zoner belägna relativt avlägset anoden. Detta innebär att en del av pulverpartiklarna riskerar att inte bli tillräckligt varma och dessutom att missa målet, dvs det föremål som till exempel skall beläggas
15 med pulvermaterialet.

Detta är till nackdel på grund av att en stor del av pulver materialet går till spillo, varför man får en låg materialanvändningskoefficient. Med andra ord skapas den pulversprutade beläggningen endast av en liten del av det
20 inmatade pulvret. Detta är särskilt störande när man använder dyra beläggningsmaterial. Problemet kan i viss mån åtgärdas genom användning av mer homogena pulver. Dessa har dock nackdelen att de är svåra att tillverka och därmed relativt dyra.

25 För att undvika problemen förknippade med vinkelrät införsel av pulver vid plasmakanalens utloppsområde, har man försökt att anordna en matarledning för vågrätt pulverinförande, vilken placeras direkt i plasmastrålen. En nackdel med detta är dock att det uppstår problem med
30 uppvärmningen av plasmaflödet, samt att plasmaflödets egenskaper störs kraftigt.

En ytterligare nackdel generellt förknippad med införsel av pulvermaterialet i anodområdet, vid plasmakanalens utlopp, är att hög energiåtgång krävs för att under
35 hålla plasmaflödets höga temperatur och specifika effekt (effekt per volymenhet), för att i sin tur erhålla en homogen beläggning. Detta antas bero på att plasmaflödet

vid plasmasprutningsanordningens utgång, där pulvertillförseln sker, har en temperatur- och hastighetsfördelning som är näst intill parabolisk. Temperatur- och hastighetsgradienten samt plasmaflödets värmeentalpi är därmed omvänt proportionella mot plasmastrålens diameter. För att öka homogeniteten på sprutbeläggningarna är det därför nödvändigt att öka plasmastrålens diameter, vilket kräver mycket energi.

US 3,145,287 och US 4,445,021 beskriver plasmasprutningsanordningar där pulvermaterialet införs i anodområdet, vid plasmakanalens utlopp.

Enligt ett andra känt alternativ för införsel av pulver sker denna vid plasmakanalens inlopp, vid katoden. I detta fall värms pulvret upp av ljusbågen samtidigt med den plasmaalstrande gasen. Katodområdet betraktas som en kall zon varför det är möjligt att tillföra pulvret i plasmaflödets centrum.

Vid tillförsel av gas vid katodområdet i en plasmakanal där en ljusbåge alstras vid fixerad urladdningsström, kommer en liten del av gasen att strömma in i den centrala delen av kanalen med hög temperatur medan den resterande delen av gasen strömmar längs med kanalväggarna och bildar ett kallt gasskikt mellan kanalväggarna och ljusbågen. I och med denna gasfördelning kommer endast en mindre del av det vid inloppet införda pulvret in i ljusbågen medan den större delen av pulvret strömmar i det kalla skiktet vid kanalväggarna. Detta resulterar i ojämnt uppvärmt pulver och i att processen blir svår att kontrollera. Dessutom riskerar kanalen och anoden att täppas igen av pulvret vilket följaktligen stör förutsättningarna för ett stabilt plasmaflöde.

Att söka öka massöverföringen till den centrala delen av kanalen genom ökning av gas- och pulverflödet är inte en framkomlig väg. Om gas- och pulverflödet ökas, medan strömmen hålles konstant, kommer nämligen ljusbågens diameter att minska, vilket ökar problemet med att pulvermaterial ansamlas i de kalla områdena längs kana-

lens väggar. Samtidigt minskar den tid under vilken de pulverpartiklar, som faktiskt hamnar i uppvärmningszonen, befinner sig där eftersom deras hastighet ökar. Även detta leder till kvalitetsförsämring hos processen. Således kan man inte öka mängden material i den varma zonen vid konstant ström. Ökning av strömmen medför i sin tur nackdelar vid såväl utformning som hantering av plasmasprutningsanordningen.

I US 5,225,652, US 5,332,885 och US 5,406,046 beskrivs plasmasprutningsanordningar med pulvertillförsel vid katoden.

Vid analys av plasmasprutningsprocesser har det visat sig att den bildade beläggningens egenskaper framför allt beror på pulvrets värmetillstånd och hastighet vid sprutningen. Med begreppet "värmetillstånd" menas i första hand materialets värmeprofil och aggregations-tillstånd. I plasmasprutningsanordningar enligt känd teknik är det, såsom beskrivits ovan, svårt att styra pulvrets värmetillstånd och hastighet.

20

Sammanfattning av uppfinningen

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en förbättrad plasmasprutningsanordning för sprutning av pulvermaterial vid låg effekt vilken medger god kontroll över beläggningsegenskaperna samt god homogenitet. Uppfinningen skall även möjliggöra sprutning av beläggningar av material och föreningar som har skiljda egenskaper. Slutligen skall uppfinningen även kunna användas för nedbrytning av material i pulverform.

30

Detta ändamål uppnås enligt uppfinningen genom en anordning av det inledningsvis angivna slaget, i vilken nämnda organ för tillförsel av pulver är anordnat mellan en första sektion av nämnda elektroder belägen uppströms organet och en andra sektion av nämnda elektroder belägen nedströms organet, räknat i plasmakanalens plasmaströmningsriktning från inloppsände till utloppsände.

35

Pulvermaterialet tillföres därmed vare sig vid plasmakanalens inloppsände (katodände) eller utloppsände (anodände) utan någonstans längs kanalen, mellan två sektioner därav. Denna konstruktion gör det möjligt att styra plasmaflödets egenskaper både före och efter det att pulvret tillförs plasmaflödet och följaktligen att styra hastigheten och värmen hos partiklarna i pulvret på så sätt att önskade beläggningsegenskaper samt god homogenitet kan erhållas. Vidare möjliggör den uppfinningsenliga plasmasprutningsanordningen användning av en relativt liten diameter hos plasmakanalen, vilket leder till låg energiåtgång och låga arbetsströmmar.

Den sektion som ligger uppströms pulvertillförseln kan då lämpligen utnyttjas till att skapa optimala förhållanden i plasmaflödet så att materialet effektivt värms upp. Den sektion som är belägen nedströms pulvertillförseln medger kontroll av uppvärmningen av pulvermaterialet och pulvrets övriga karaktäristika såsom till exempel dess hastighet. På så sätt kan hög effektivitet och god kontroll av processen av plasmasprutningen erhållas.

Företrädesvis kan sektionen uppströms organet för tillförsel av pulver och sektionen nedströms organet för tillförsel av pulver vara så utformade att de, vid användning av plasmasprutningsanordningen åstadkommer skilda villkor i plasmakanalen.

Den första sektionen (uppströms pulvertillförseln) har till uppgift att värma upp plasmaflödet och ges sådan karaktäristik att den sedan kan sörja för effektiv och snabb uppvärmning av pulvret i kanalens tvärsnitt. Företrädesvis är den totala längden på alla elektroder i sektionen tillräckligt lång för full uppvärmning av gasen, dvs. så att önskad temperaturprofil uppnås. På detta vis minskas kraftigt den del av pulvret som annars riskerar att lägga sig på kanalväggarna på grund av att den inte blir tillräckligt varm.

Vid den andra sektionen (nedströms pulvertillförseln) tillförs initialt extra energi för att kompensera den nedkylning av plasmat som uppträder eftersom pulvret vanligen förs in i kanalen tillsammans med en kall bärande gas. Vidare styrs energitillförseln vid den andra sek-
5 tion så att önskade egenskaper hos plasmastrålen erhålls och även att pulvret uppnår den hastighet och värmenivå som är nödvändiga för att få erforderad adhesion, struktur och porositet i sprutbeläggningen.

10 Företrädesvis kan sektionerna bringas att åstadkomma olika villkor i plasmakanalen genom att minst en av följande parametrar skiljer sig åt mellan nämnda första och andra sektion: sektionens längd, antalet elektroder i sektionen och plasmakanalens geometri i sektionen.

15 Lämpligen kan ett flertal organ för tillförsel av pulver vara anordnat, där vart och ett av nämnda organ för tillförsel av pulver är anordnat mellan en sektion av nämnda elektroder belägen uppströms organet, och en sek-
20 tion av nämnda elektroder belägen nedströms organet. Detta är särskilt lämpligt vid tillförsel av mer än en sorts pulver för sprutbeläggning. Således kan varje sorts pulver tillföras separat och de olika pulversorterna behöver inte förblandas, varvid önskat förhållande i tillförd
mängd mellan de olika pulversorterna säkerställs.

25 Antalet elektroder i en sektion kan som minst vara en enda. Företrädesvis är dock antalet elektroder i åtminstone en sektion minst två. Detta är gynnsamt på grund av följande: Urladdningsströmmen i varje sektionens kanal-
30 del har samma värde. I ljusbågens centrum, längs plasmakanalens mittaxel, råder en temperatur T som är proportionell med förhållandet mellan urladdningsström I och plasmakanalens diameter d ($T=(I/d)$). För att öka tempera-
turnivån i plasmaflödet vid en sektionens utgång med bibehållande av låg strömnivå, måste därmed tvärsnittet
35 hos plasmakanalen, och därmed tvärsnittet hos den ljusbåge som värmer gasen minskas. Vid litet tvärsnitt på ljusbågen har den elektriska fältstyrkan i kanalen ett
högt värde och sektionens spänning kan vara flera gånger

värde och sektionens spänning kan vara flera gånger större än plasmats egen spänning för de vanligen använda typerna av plasmaalstrande gas.

Om det samtidigt krävs uppvärmning av ett relativt stort gasflöde för att effektivt uppvärma det pulver som införs efter denna sektion, måste kanalen ha en relativt stor längd. Det uppvärmda gasflödet måste nämligen, för att uppnå samma temperatur som ljusbågen har vid sitt centrum, passera en viss längd av plasmakanalen längs med plasmakanalens mittaxel, vilken längd motsvarar gasens uppvärmningssträcka. Om gasflödet ökar, ökar även gasens uppvärmningssträcka, vilket ger upphov till behovet av relativt stor längd hos plasmakanalen i sektionen.

Kombinationen av litet tvärsnitt på kanalen och stor längd hos densamma i sektionen ger således en hög fältstyrka på relativt lång längd, vilket leder till att det istället för en lång ljusbåge kan alstras två kortare, på varandra följande bågar. Sådana kortare bågar brinner vid en lägre spänning och ger inte någon effektiv gasuppvärmning till hög temperatur. Problemet med uppdelning av ljusbågen i kortare bågar förhindras genom att sektionen uppdelas på åtminstone två åtskilda, från varandra elektriskt isolerade elektroder. Antalet elektroder liksom varje elektrods längd är beroende av den önskade gasflödesnivån och gasstråletemperaturen vid sektionens utgång. Således kan plasmaanordningen konstrueras med relativt liten diameter hos plasmakanalen, vilket leder till låg energiåtgång och låga arbetsströmmar. Därmed kan sprutning vid låg effekt åstadkommas.

Vid vissa tillämpningar är det särskilt lämpligt att antalet elektroder i sektionen närmast plasmakanalens inloppsände är minst två, för att minska risken att ljusbågen uppdelas i två kortare ljusbågar.

För tillförsel av pulver i plasmakanalen bildar organet för tillförsel av pulver lämpligen ett utrymme bildande en vinkel på mindre än 90° mot en mittaxel hos plasmakanalen. Lämpligen kan nämnda utrymme bildas av ett

utsprång hos elektroden närmast uppströms organet vilken är anordnad på avstånd från ett urtag hos elektroden närmast nedströms organet.

Genom införsel av pulvret i en vinkel mindre än 90° mot en mittaxel hos plasmakanalen kan pulvret ledas till mitten av plasmat och riskerar inte att i lika stor utsträckning hamna på kanalväggarna.

Företrädesvis är nämnda utsprång koniskt och bildar en vinkel (α) mot plasmakanalens mittaxel, vilken vinkel (α) lämpligen är i intervallet $15-25^\circ$. Nämnda urtag kan då lämpligen vara koniskt och bildar en vinkel (β) mot plasmakanalens mittaxel, vilken företrädesvis är i intervallet $17-30^\circ$. Utsprånget anordnas därvid lämpligen på avstånd från urtaget, på så sätt att det är delvis inskjutet i detta varvid utrymmet för införande av pulver i vinkel mot plasmakanalens mittaxel bildas mellan utsprånget och urtaget. En särskilt lämplig form på nämnda utrymme erhålls om skillnaden mellan nämnda vinkel hos urtaget och nämnda vinkel hos utsprånget ($\beta - \alpha$) är $1,5^\circ$ till 5° .

På så sätt erhålls god införsel av pulvret i urladdningskanalen väsentligen längs dess centrumlinje.

Beroende på pulverslaget kan det införas exempelvis via en cirkulär ringöppning, via ett system med hål eller tangentiellt mot kanalens tvärsnitt Tangentiell införsel ger upphov till virvlar, vilket är särskilt önskvärt för vissa typer av pulver.

Lämpligen är plasmakanalens diameter i åtminstone en sektion större än plasmakanalens diameter i sektionen uppströms nämnda sektion. Företrädesvis ökas kanaldiametern hos på varandra följande sektioner, så att plasmakanalens diameter i en sektion är större än plasmakanalens diameter i varje sektion belägen uppströms om nämnda sektion. Detta är fördelaktigt eftersom, varje gång pulver och bärargas tillförs, flödet ökar genom plasmakanalen. För att hastigheten i kanalen inte skall öka med det ökade flödet, och därmed minska uppvärmningstiden för plas-

man och pulvret, är det därför lämpligt att plasmakanalens diameter ökas.

Då den största elektriska fältstyrkan skapas vid katoden är det lämpligt att längden på elektroderna ökas med avståndet från katoden eftersom fältstyrkan minskar med avståndet från plasmakanalens inloppsände. Elektrod-
5 längden är därför företrädesvis liten i början för att öka mot sektionens slut. Företrädesvis är, i åtminstone en sektion, längden hos den mest uppströms belägna elektrod-
10 troden lika med plasmakanalens diameter vid nämnda mest uppströms belägna elektrod. Lämpligen kan alla elektrod-
längder bestämmas av $l_n = n \times d_{kanal}$, där l_n är längden hos elektrod n och n är elektrodens ordningsnummer i en sektion, räknat från plasmakanalens inloppsände. d_{kanal} är kanal-
15 diameter hos elektrod n . (l_1 är längden hos elektrod-
troden närmast plasmakanalens inloppsände, vars längd är lika med dess diameter, $l_1 = 1 \times d_{kanal}$.)

Lämpligen bildas plasmakanalen av ringformiga elektroder, vilka med fördel kan vara koaxiellt anordnade.

Uppfinningen avser även en metod för plasmasprutning
20 av material i pulverform, med användning av en plasmasprutningsanordning innefattande elektroder vilka bildar en plasmakanal med en inloppsände och en utloppsände. Vid metoden enligt uppfinningen tillförs pulvermaterial
25 plasmasprutningsanordningen vid åtminstone ett tillförselställe beläget mellan två sektioner av nämnda elektroder, vilka sektioner är belägna uppströms respektive nedströms tillförselstället.

Fördelarna med denna uppfinning gentemot känd teknik
30 motsvaras av de som beskrivits ovan i anslutning till anordningen.

Företrädesvis utnyttjas sektionen uppströms tillförselstället för att skapa erforderliga förhållanden i plasmaflödet. Vidare utnyttjas lämpligen sektionen ned-
35 ströms tillförselstället för kontroll av uppvärmning av pulvermaterialet och pulvrets övriga karakteristika.

Slutligen avser uppfinningen användning av anordningen enligt uppfinningen för destruktion av pulverformigt material. Vid destruktion av pulverformigt material tillförs detta anordningen, i vilken plasmat utnyttjas
5 för att destruera eller omvandla pulvermaterialet till nya ämnen. Detta utnyttjas i synnerhet för att destruera eller omvandla miljöfarliga eller på annat sätt skadliga ämnen.

Vid sådan destruktion kan lämpligen, utöver det pulverformiga material som skall destrueras, ytterligare
10 pulverformigt material tillföras för neutralisering eller omvandling av det för destruktion ämnade pulverformiga materialet. Lämpligen tillförs det ytterligare materialet via ett annat organ för tillförsel av material än det för
15 destruktion ämnade materialet.

De goda möjligheterna att påverka karakteristika i plasmakanalen hos anordningen enligt föreliggande uppfinning gör den särskilt lämplig för användning för destruktion av skilda typer av material.

20

Kort beskrivning av figurerna

Uppfinningen kommer i fortsättningen att beskrivas ytterligare under hänvisning till bifogade schematiska figurer som i exemplifierande syfte visar för närvarande
25 föredragna utföringsformer av uppfinningen.

Figur 1 visar i genomskärning en första utföringsform av en plasmасprutningsanordning enligt uppfinningen med två tillförselorgan för pulver.

Figur 2 visar utföringsformen i figur 1 längs snittet II-II
30

Figur 3 visar i genomskärning andra utföringsform av en plasmасprutningsanordning enligt uppfinningen, i vilken kanalens tvärsnitt för varje sektion ökar med avståndet från katoden.

Figur 4a och 4b visar två varianter av tillförselorganet längs snittet IV-IV i figur 1.
35

Figur 5 visar en tredje variant av tillförselorgan längs snittet V-V i figur 1.

Figur 6 visar tvärsnittet VI-VI i figur 2.

Figur 7 visar ett parti från figur 1.

5

Beskrivning av föredragna utföringsformer

Figur 1 visar en utföringsform av en plasmaspurningsanordning enligt uppfinningen innefattande en katod 14, företrädesvis gjord av volfram innehållande lantan, vilken placeras i en katodhållare 16. Katodhållaren 16 har en inutiliggande kanal 17 som fungerar som tillförselorgan för plasmaalstrande gas G, samt som katodhållarens 16 kylare. Anordningen innefattar vidare ett antal koaxiellt anordnade, ringformiga elektroder 1, vilka bildar en plasmakanal 2. Plasmakanalen 2 sträcker sig från katoden 14 vid dess inloppsände 3, till en anod 15, anordnad vid dess utloppsände 4. Vid användning av anordningen alstras en elbåge mellan katoden 14 och anoden 15, vilken upphettar den plasmaalstrande gasen så att ett plasma bildas. Katodhållarens inutiliggande kanal 17 mynnar således i plasmakanalens inloppsände 3, varifrån plasma kommer att strömma genom kanalen för att mynna ut vid plasmakanalens utloppsände 4, belägen vid anoden 15.

Ett första organ 5 för tillförsel av ett första pulverformigt material PG1 är anordnat mellan en första sektion 6 av elektroder 1 belägen uppströms om tillförselorganet 5 och en andra sektion 7 av elektroder 1 belägen nedströms om tillförselorganet 5. Vidare är ett andra organ 9 för tillförsel av ett andra pulverformigt material PG2 anordnat mellan nämnda andra sektion 7 och en nedströms om denna belägen sektion 8 av elektroder 1.

Den första sektionen 6 utnyttjas för att värma upp den plasmaalstrande gasen G vilken tillförs via kanalen 17. Antalet elektroder i denna sektion 6 bestäms efter önskad uppvärmning av gasflödet, och innefattar här tre elektroder 1.

Den andra sektionen 7 utnyttjas dels för att påverka den plasmaalstrande gasen på lämpligt sätt inför införsel av det andra pulverformiga materialet PG2, dels för att ge det första pulverformiga materialet PG1 lämplig karaktistik. Den andra sektionen 7 innefattar här tre elektroder 1.

Slutligen utnyttjas den tredje, och i det här fallet sista sektionen 8 för att ge båda de pulverformiga materialen PG1 och PG2 lämpliga egenskaper för att sprutas mot en yta som skall beläggas från plasmasprutningsanordningens anod 15. I detta fall innefattar även den tredje sektionen 8 tre elektroder 1.

I alla sektionerna 6, 7, 8 är således i det här fallet antalet elektroder 1 minst lika med två, vilket minskar risken för uppkomst av dubbla elbögar i sektionen.

De pulverformiga materialen PG1 och PG2 tillförs lämpligen via det första 5 respektive det andra 9 organet för tillförsel av pulver med hjälp av varsin ström av en kall bärgas genom en första 18 respektive en andra matarledning 19. Organen för tillförsel av pulver 5, 9 är företrädesvis utformade på så sätt att den sista, mest nedströms belägna, elektroden 1 i sektionen 6 uppströms organet har ett utsprång 11, vilket här är koniskt och bildar en vinkel α med plasmakanalens mittaxel. (se figur 7). Den första, mest uppströms belägna, elektroden 1 i sektionen 7 nedströms organet 5 har ett urtag 12, vilket här är koniskt och bildar vinkeln β (se figur 7) mot kanalens mittaxel. Lämpliga vinklar är 15-25° för α och 17-30° för β . Termen koniskt används här generellt, som synes i figur 1 rör det sig i detta fall om en stympad kon. Denna utformning underlättar jämn tillförsel av pulvret till plasmaflödet.

Utsprånget 11 är delvis infört i urtaget 12, men anordnat på avstånd från detta så att ett utrymme 10 för pulvertillförsel bildas mellan utsprånget 11 och urtaget 12, vilket utrymme 10 bildar vinkel mot plasmakanalens 2 mittaxel.

I förbindelse med utrymmet 10 hörande till det första tillförselorganet 5 är en expansionskammare 20 anordnad till vilken pulvermaterial PG1 med bärgas förs. Pulvret föres in i plasmakanalen via öppningar 13. (Se figur 4a) En jämn fördelning av pulvret i kanalen uppnås här genom tillförsel av den pulvertransporterande gasen via öppningarna 13, vilka bildar spår riktade i vinkel relativt radier till plasmakanalen 2. Denna typ av införsel kallas här tangentiell införsel då den sker tangentiellt mot kanalens tvärsnitt, och utnyttjas för att alstra virvlar i pulvret vid införsel i kanalen 2. Enligt en andra utföringsvariant (figur 4b) tillförs pulvertransporterande gas plasmakanalen 2 via en smal cirkulär ringöppning 13'.

I förbindelse med det andra utrymmet hörande till det andra tillförselorganet 9 är likaså en expansionskammare 21 anordnad. I detta fall tillförs pulvertransporterande gas via ett system med jämnt fördelade hål 13'' i cirkel, vilka är ritade längs radier till plasmakanalen 2. (figur 5)

Givetvis kan formationen av öppningar 13 enligt någon av de utföringsformer som visas i figurerna 4a, 4b och 5 varieras mellan de olika tillförselorganen 5, 9, alltefter önskemål.

Plasmasprutningsanordningen innefattar i närmare detalj en elektriskt ledande cylindrisk kropp 22 på vilken en anoden 15 anordnas med hjälp av en elektriskt ledande bricka 23 och mutter 24. Kroppen 22 innehåller en dielektrisk hylsa 25. Katodhållaren 16 och den första elektroderna 1 i den första sektionen 6 anordnas i en andra dielektrisk hylsa 26. Som värmeskydd för hylsan 26 används en keramisk hylsa 27. För kylning av plasmasprutningsanordningen har kroppen 22 kanaler 28 (se figur 2) genom vilka kylvätska W ledes in till anoden 15. På vägen kylväs även elektroderna 1. Elektroderna 1 är inbördes förbundna via elektriskt isolerande och vattentäta packningar 29. En anodtätning 30 är likaså anordnad och kan vara av sam-

ma material som det som utnyttjas för de vattentäta packningarna 29. Vatten- och gastätning vid de rörliga kontaktytorna upprätthålls av tätningsringar 31, 32, 33.

Tättningskraft erhålles med skruvar 34 och en bricka 35.

- 5 Skruvarna 34 kopplas också till pluspolen på plasmasprutningsanordningens strömkälla. Strömkällans minuspol kopplas till katodhållaren 16. Huvuddelen av den plasmaalstrande gasen G tillförs via kanalen 17 i katodhållaren 16. Pulver och pulvertransporterande gas tillförs genom matarledningar 18, 19 till respektive pulvertillförselorgan 5, 9.

- Vid användning av den utföringsform av anordningen som visas i figur 1 föres först plasmaalstrande gas G in i plasmasprutningsanordningen via kanalen 17 till plasmakanalen 2. Samtidigt förs kylvätska W in genom kylkanalerna 28 för att säkerställa avkylning av plasmasprutningsanordningen. Efter det kopplas ett högspänningstriggningsystem på som initierar en urladdningsprocess i plasmasprutningsanordningens plasmakanal 2 och tändar en elbåge mellan katoden 14 och anoden 15. Därefter tillförs transporterande gas PG1 och PG2 genom matarledningarna 18, 19 varefter pulvertillförseln påbörjas via tillförselorganen 5, 9.

- 25 Vid avstängning stängs tillförseln av pulver först av. Därefter slås arbetsströmmen av och efter en viss tid stoppas tillförseln av den transporterande gasen och den plasmaalstrande gasen och till sist stängs kylsystemet av.

- 30 Vid optimala förhållanden är det möjligt att använda samma strömkälla för en uppsättning av olika plasmasprutningsanordningar vilka används för plasmasprutning av en rad olika beläggningar såsom keramer, material med hög smältpunkt, material med låg smältpunkt, slitstarka material osv. Vid användning av argon som plasmaalstrande gas 35 är det lämpligt att strömkällan har en stabil arbetsström på 10-40 A då plasmasprutningsanordningens arbetsspänning är 40-80 V. Plasmasprutningsanordningens arbetsspänning

är beroende av antalet sektioner och deras längder. Vid en gasförbrukning på 1-4 l/min och en uppvärmningstemperatur på 8000-12000 °C har kanalerna en diameter på företrädesvis 1-2 mm. Plasmaflödets effekt vid utgången från den första sektionen vid denna temperaturnivå bestäms av sektionens längd och för att eliminera risken för att dubbel ljusbåge skapas bör antalet elektroder i sektionen inte vara mindre än två.

I figur 3 visas ytterligare en utföringsform av en plasmasprutningsanordning enligt uppfinningen. De delar av denna som har motsvarigheter i den först beskrivna utföringsformen, avbildad i figur 1, har försetts med motsvarande hänvisningssiffror, och för dessas beskrivning hänvisas till ovanstående beskrivning av den första utföringsformen.

Den utföringsform som avbildas i figur 3 skiljer sig från den utföringsform som avbildas i figur 1 beträffande plasmakanalens 2 geometri. I detta fall ökar plasmakanalens 2 diameter för varje sektion, 6, 7, 8, dvs. så att efterliggande sektioner har större kanaldiameter än föregående sektioner. Med denna utformning minskar risken för att pulvermaterialet skall fastna på plasmakanalens innerväggar. Företrädesvis ökar diametern här enligt den formel som angivits ovan.

Generellt har kanaldiametern även stor inverkan på pulverpartiklarnas hastighet. Då de bildade beläggningarnas egenskaper till stor del beror av hastigheten vid kontakten med ytan som skall beläggas, kan kanaldiametern lämpligen varieras för att erhålla önskad effekt. En annan egenskap som starkt inverkar på de bildade beläggningarnas egenskaper är pulvrets temperatur, vilken såsom beskrivits ovan likaså kan regleras väl i anordningen enligt uppfinningen. Sammanfattningsvis är det möjligt att styra båda dessa egenskaper genom att välja lämpliga parametrar såsom längd och kanaldiameter i den sektion som är belägen uppströms pulvertillförseln respektive den sektion som är belägen nedströms pulvertillförseln.

Det inses att en mängd modifieringar av den ovan beskrivna utföringsformen av uppfinningen är möjliga inom uppfinningens ram, såsom definierad av de efterföljande patentkraven. Såsom exempelvis beskrivet ovan kan således
5 varje sektion istället innehålla två eller fler än tre elektroder. Vidare är det inte nödvändigt att ha samma antal elektroder i varje sektion. Slutligen kan plasmakanalen ges olika geometri.

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891

PATENTKRAV

1. Plasmasprutningsanordning för att spruta material i pulverform, innefattande elektroder (1) vilka bildar en plasmakanal (2) med en inloppsände (3) och en utlopps-
5 ände (4), och ett organ (5) för tillförsel av nämnda material i pulverform till nämnda plasmakanal (2),
k ä n n e t e c k n a d av att nämnda organ (5) för tillförsel av pulver är anordnat mellan en första sektion (6)
10 av nämnda elektroder (1) belägen uppströms organet (5) och en andra sektion (7) av nämnda elektroder (1) belägen nedströms organet (5), räknat i plasmakanalens (2) plas-
maströmningsriktning.

15 2. Plasmasprutningsanordning enligt krav 1, varvid nämnda första sektion (6) och nämnda andra sektion (7) är så utformade att de, vid användning av plasmasprutningsanordningen åstadkommer skilda villkor i plasmakanalen (2).

20 3. Plasmasprutningsanordning enligt krav 1 eller 2, i vilken minst en av följande parametrar skiljer sig åt mellan nämnda första och andra sektion (6, 7): sektionens längd, antalet elektroder (1) i sektionen (6, 7) och
25 plasmakanalens (2) geometri i sektionen (6, 7).

30 4. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken ytterligare ett organ (9) för tillförsel av pulver är anordnat mellan en tredje sektion (8) av elektroder (1) och någon av nämnda första och andra sektioner (6, 7).

35 5. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken ett flertal organ (5, 9) för tillförsel av pulver är anordnade, vart och ett av nämnda organ (5, 9) för tillförsel av pulver är anordnat mellan en sektion av nämnda elektroder belägen uppströms organet

(6, 7) och en sektion av nämnda elektroder belägen nedströms (7, 8) organet (5, 9).

5 6. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken antalet elektroder (1) i åtminstone en sektion (6, 7, 8) är minst två.

10 7. Plasmasprutningsanordning enligt krav 6, i vilken antalet elektroder (1) i sektionen (6) närmast nämnda inloppsände (3) av plasmakanalen (2) är minst två.

15 8. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken organet (5, 9) för tillförsel av pulver bildar ett utrymme (10) för tillförsel av pulver i vinkel till en mittaxel hos plasmakanalen (2).

20 9. Plasmasprutningsanordning enligt krav 8, i vilken nämnda utrymme (10) bildas av ett utsprång (11) hos elektroden (1) närmast uppströms organet (5, 9) vilken är anordnad på avstånd från ett urtag (12) hos elektroden (1) närmast nedströms organet (5, 9).

25 10. Plasmasprutningsanordning enligt krav 9, i vilken nämnda utsprång (11) är koniskt och bildar en vinkel (α) mot plasmakanalens (2) mittaxel.

11. Plasmasprutningsanordning enligt krav 10, i vilken nämnda vinkel (α) är 15-25°.

30 12. Plasmasprutningsanordning enligt något av kraven 9 till 11, i vilken nämnda urtag (12) är koniskt och bildar en vinkel (β) mot plasmakanalens (2) mittaxel.

35 13. Plasmasprutningsanordning enligt krav 12, i vilken nämnda vinkel (β) är 17-30°.

14. Plasmasprutningsanordning enligt krav 10 och 12, i vilken skillnaden mellan nämnda vinkel hos urtaget (12) och nämnda vinkel hos utsprånget (11) ($\beta - \alpha$) är $1,5^\circ$ till 5° .

5

15. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken organet (5, 9) för tillförsel av pulver innefattar öppningar (13) riktade i vinkel mot plasmakanalens (2) mittaxel för tangentiell tillförsel av pulver.

10

16. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken plasmakanalens (2) diameter i en sektion (7) är större än plasmakanalens (2) diameter i sektionen uppströms (6) nämnda sektion (7).

15

17. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken plasmakanalens (2) diameter i åtminstone en sektion (8) är större än plasmakanalens (2) diameter i varje sektion (6, 7) belägen uppströms om nämnda sektion (8).

20

18. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken längden på elektroderna (1) ökas med avståndet från plasmakanalens (2) inloppsände (3).

25

19. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken, i åtminstone en sektion (6, 7, 8), längden hos den mest uppströms belägna elektroden (1) är lika med plasmakanalens (2) diameter i nämnda mest uppströms belägna elektrod (1) i nämnda sektion (6, 7, 8).

30

20. Plasmasprutningsanordning enligt krav 19, i vilken, i en sektion (6, 7, 8), längden på de elektroder (1) i sektionen (6, 7, 8), vilka är belägna nedströms nämnda mest uppströms belägna elektrod (1) beräknas med

35

$$l_n = n \times d_{\text{kanal}}$$

där l_n är längden hos elektrod n , n är elektrodens ordningsnummer i en sektion och d_{kanal} är plasmakanalens diameter i nämnda elektrod n .

- 5 21. Plasmasprutningsanordning enligt något av kraven 1 till 19, i vilken, i åtminstone en sektion (6, 7, 8), diametern hos plasmakanalen (2) varierar i nämnda sektion (6, 7, 8).
- 10 22. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, vilken vidare innefattar en katod (14), och en på avstånd från katoden (14), med den koaxiellt anordnad anod (15) mellan vilka, vid användning av nämnda anordning, en ljusbåge skapas in i vilken gas föres för
15 bildande av plasma, och nämnda elektroder (1) är anordnade mellan nämnda katod (14) och nämnda anod (15) bildande nämnda plasmakanal (2).
- 20 23. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken nämnda elektroder (1) är ringformiga.
- 25 24. Plasmasprutningsanordning enligt något av ovanstående krav, i vilken nämnda elektroder (1) är koaxiellt anordnade.
- 30 25. Metod för plasmasprutning av material i pulverform, med användning av en plasmasprutningsanordning innefattande elektroder (1) vilka bildar en plasmakanal (2)
35 med en inloppsände (3) och en utloppsände (4),
k ä n n e t e c k n a d a v
att pulvermaterial tillförs plasmasprutningsanordningen vid åtminstone ett tillförselställe beläget mellan två sektioner (6, 7) av nämnda elektroder (1), vilka sektioner (6, 7) är belägna uppströms respektive nedströms tillförselstället.

26. Metod för plasmasprutning av material i pulverform enligt krav 25, i vilken sektionen (6) uppströms tillförselstället utnyttjas för att skapa erforderliga förhållanden i plasmaflödet.

5

27. Metod för plasmasprutning av material i pulverform enligt krav 25 eller 26, i vilken sektionen (7) nedströms tillförselstället utnyttjas för kontroll av uppvärmning av pulverbaterialet och pulvrets övriga karaktistika.

10

28. Metod för plasmasprutning av material i pulverform enligt något av kraven 25 till 27, i vilken minst en av följande parametrar skiljer sig åt mellan nämnda uppströms belägna och nedströms belägna sektion (6, 7): sektionens (6, 7) längd, antalet elektroder (1) i sektionen och plasmakanalens (2) geometri i sektionen (6, 7).

15

29. Metod enligt något av kraven 25 till 28, i vilken pulvermaterial tillförs vid åtminstone två tillförselställena belägna mellan respektive två sektioner (6, 7; 7, 8) av nämnda elektroder (1), vilka sektioner (6, 7; 7, 8) är belägna uppströms respektive nedströms respektive tillförselställe.

20

30. Användning av anordning enligt något av kraven 1 till 24 för destruktion av pulverformigt material.

25

31. Användning av metod enligt något av kraven 25 till 29 för destruktion av pulverformigt material.

30

32. Användning enligt krav 31 av metod enligt något av kraven 25 till 29 för destruktion av pulverformigt material, vid vilken ytterligare pulverformigt material tillförs för neutralisering eller omvandling av det för destruktion ämnade pulverformiga materialet.

35

SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en plasmasprutningsanordning för att spruta material i pulverform, innefattande elektro-
5 der (1) vilka bildar en plasmakanal (2) med en inloppsände (3) och en utloppsände (4), och ett organ (5) för tillförsel av nämnda material i pulverform till nämnda plasmakanal (2). Organet (5) för tillförsel av pulver är anordnat mellan en första sektion (6) av nämnda elektro-
10 der (1) belägen uppströms organet (5) och en andra sektion (7) av nämnda elektroder (1) belägen nedströms organet (5), räknat i plasmakanalens (2) plasmaströmningsriktning.

15 Publiceringsfigur: Fig. 1

03-09-17 H

1/5

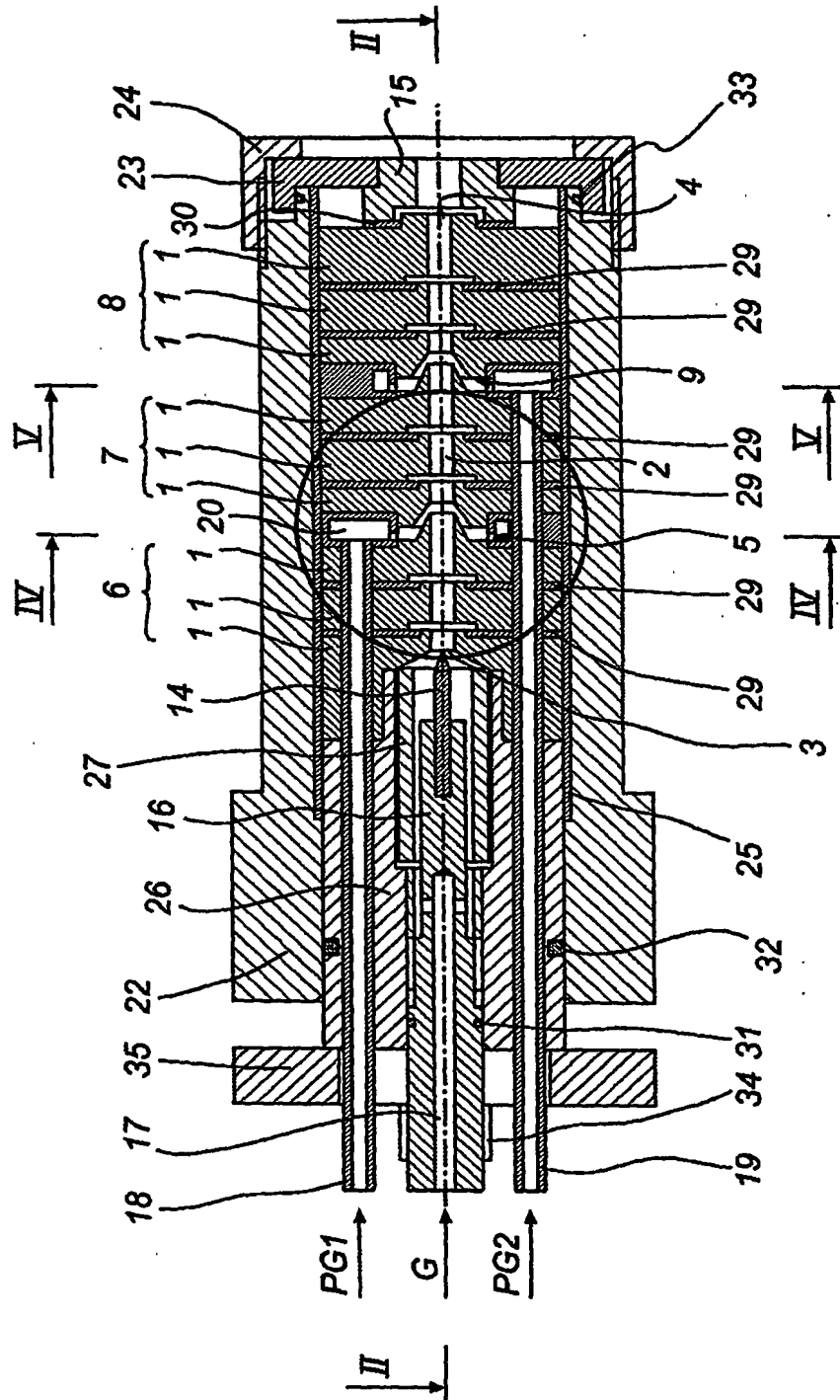


Fig. 1

Fig. 2

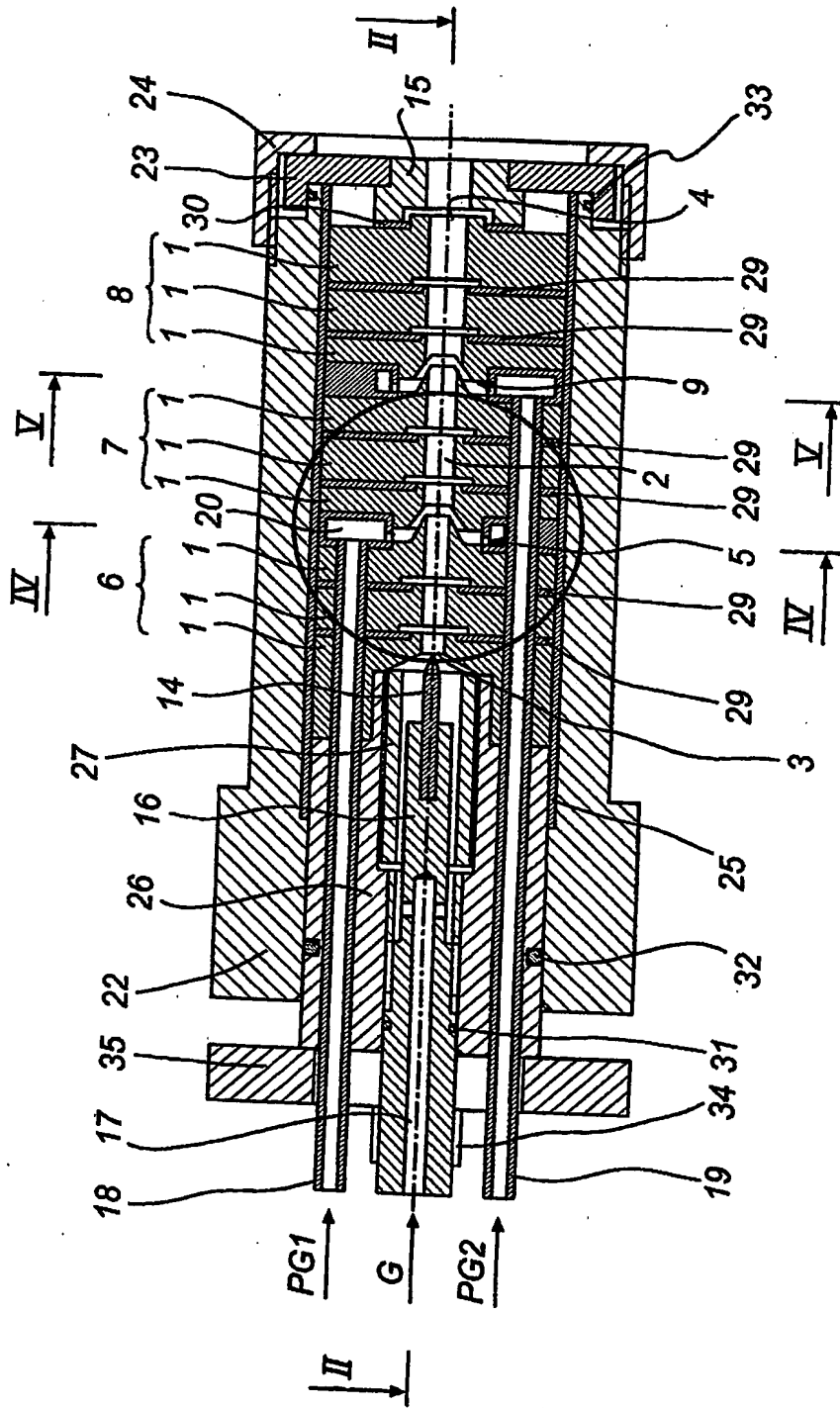


Fig. 3

4/5

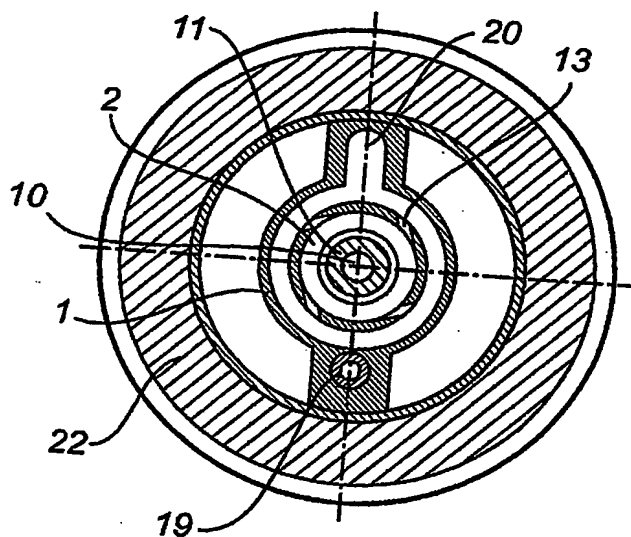


Fig. 4a

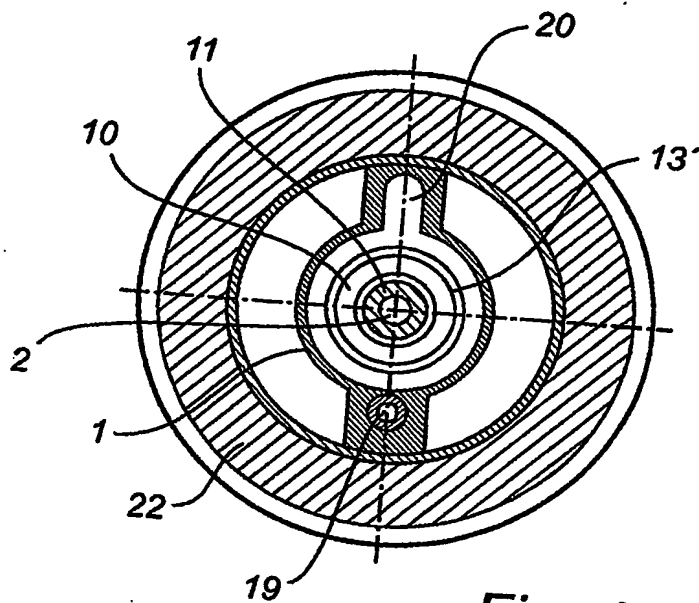


Fig. 4b

5/5

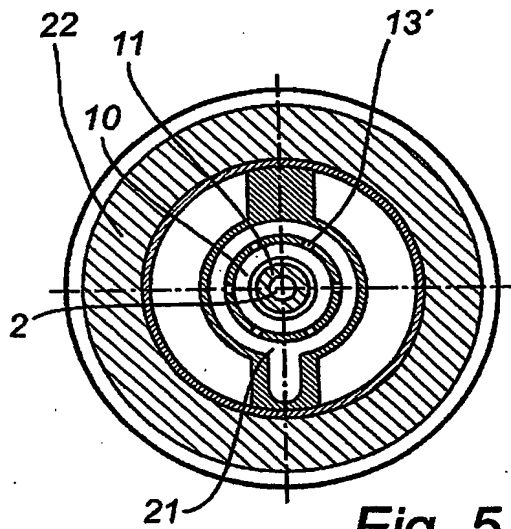


Fig. 5

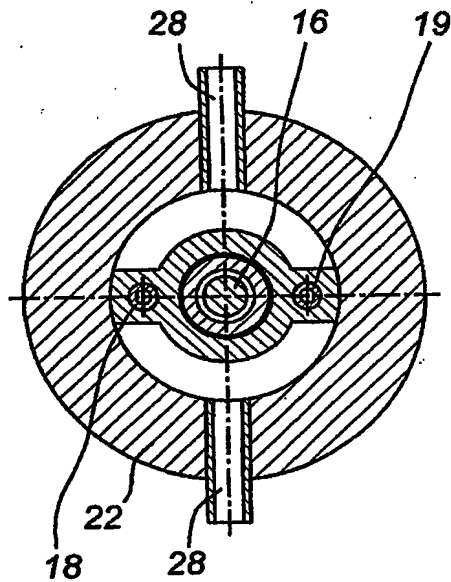


Fig. 6

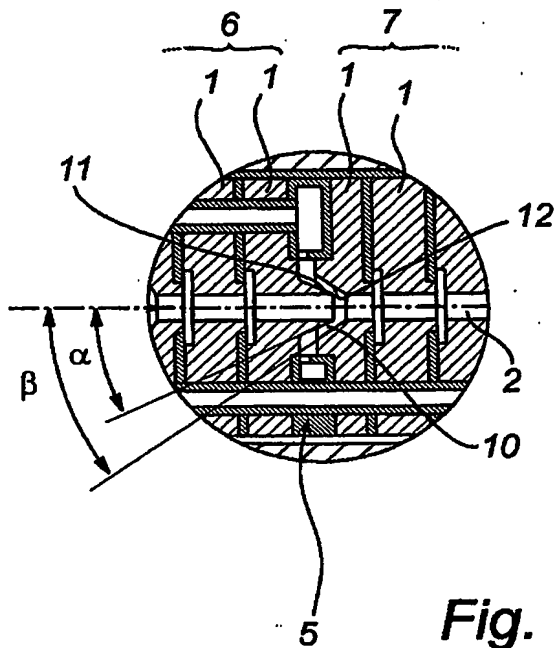


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.